

Catheter with externally controlled deformation

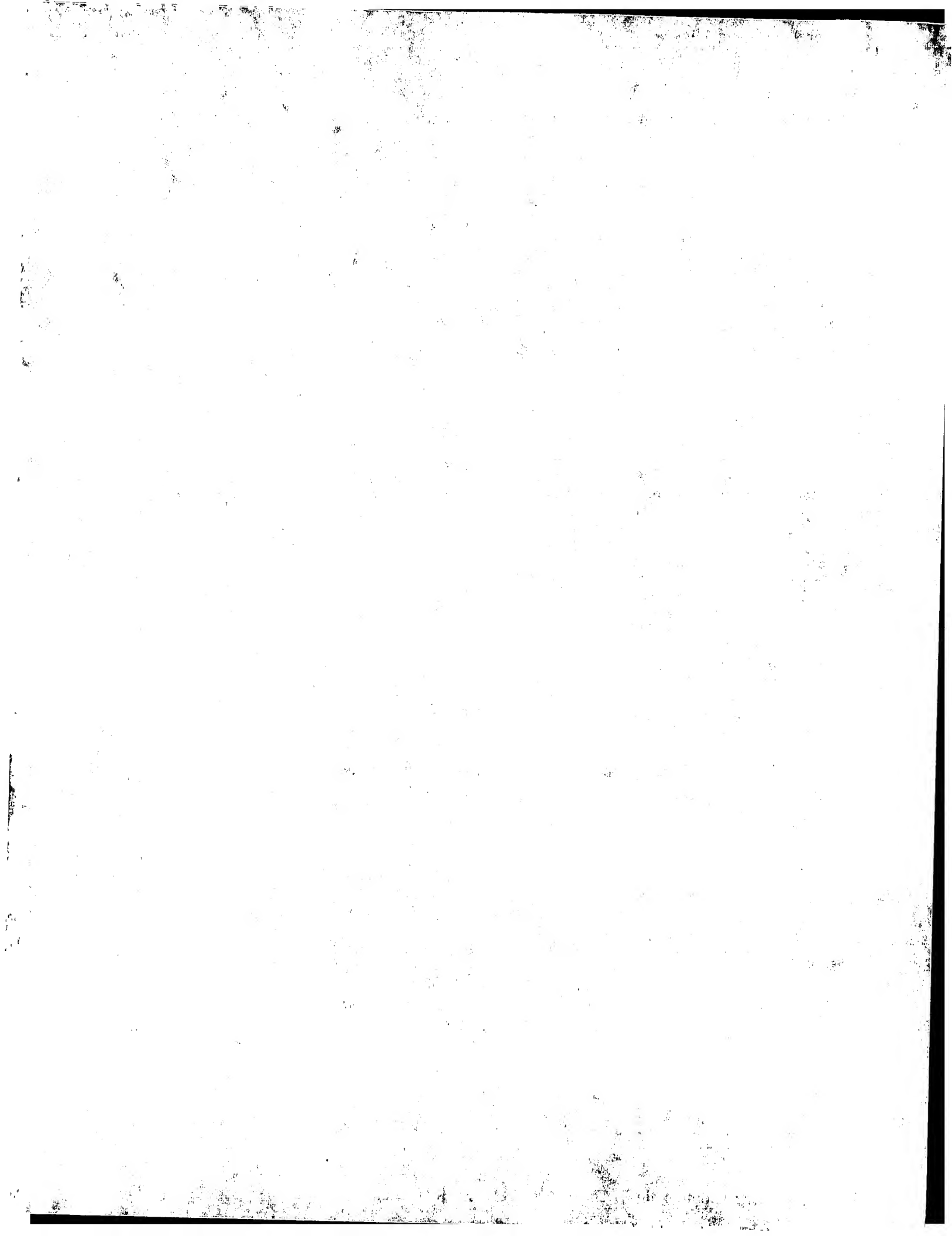
Patent number: FR2732225
Publication date: 1996-10-04
Inventor:
Applicant: MAZARS PAUL (FR)
Classification:
- international: A61M25/01
- european: A61M25/01, A61M25/01C10, A61M25/01C
Application number: FR19950003784 19950327
Priority number(s): FR19950003784 19950327

Abstract of FR2732225

The catheter is made up of a succession of tubular segments, enclosed in a common sheath. The segments are of two types: a controlled segment (3) that can be bent by application of an external control signal (20-25) and an uncontrolled segment (4) that is flexible but cannot be externally controlled. The controlled segments are bent by ultrasonic linear actuators activated from a piezo-electric ring, or by bimetallic actuators. In either case the actuator is driven by an electrical control signal. The signal is provided from a control unit that delivers control signals to each of the controlled segments via a multiplexer. The course of the catheter can be manually adjusted and the curvature of all the joints automatically adjusted as the catheter moves through the organ.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 732 225

②1 N° d'enregistrement national : 95 03784

⑤1 Int Cl^e : A 61 M 25/01

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27.03.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 04.10.96 Bulletin 96/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : MAZARS PAUL — FR.

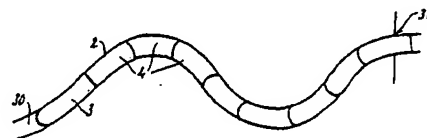
⑦2 Inventeur(s) :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : GERMAIN ET MAUREAU.

⑤4 CATHETER A DEFORMATION PILOTEE.

⑤7 Cathéter à déformation pilotée, caractérisé en ce qu'il est composé de segments tubulaires indépendants, à savoir un segment distal et éventuellement pilote (3) et des segments intermédiaires (4), fixés les uns à la suite des autres dans une enveloppe commune (2), en matériau déformable élastiquement, et en ce que, au moins chacun des segments intermédiaires (4) est muni de moyens (5, 10a) aptes à le cintrer transversalement formant un dièdre entre eux, par exemple dans deux plans de référence (P1; P2) perpendiculaires entre eux et orthogonaux au plan médian transversal (P3) du segment, ces moyens étant reliés à des moyens (7) commandant leur alimentation électrique, afin que, lors de chaque progression du cathéter, les deux angles de cintrage dans les deux plans de référence respectivement de chaque segment intermédiaire (4) prennent les valeurs qu'avait le segment pilote (3) ou intermédiaire (4) qui le précède dans le sens du déplacement du cathéter, lorsqu'il occupait la même position que la sienne par rapport au pont d'introduction (31).



FR 2 732 225 - A1



L'invention concerne un cathéter à déformation pilotée.

Les cathéters d'exploration ou d'intervention actuellement couramment utilisés en médecine sont constitués par un jonc flexible introduit par le médecin dans une cavité naturelle, telle que voies respiratoires, système digestif, système
5 circulatoire, etc.

Selon la technique actuelle, le guidage de l'appareil est :

- soit entièrement passif : le cathéter est "poussé" dans la voie naturelle et les réactions des parois de l'organisme assurent son guidage,
- soit orientable à son extrémité, selon un ou deux axes, l'extrémité du
10 cathéter peut alors, selon les commandes de l'opérateur, s'orienter de manière à faciliter l'introduction du cathéter, le guidage de la majeure partie de l'appareil étant assurée par les parois de l'organe exploré.

Cette technique limite les explorations et interventions à des organes ou des sections d'organes de longueur limitée et dont les parois sont assez résistantes
15 pour effectuer un guidage de l'instrument.

C'est ainsi que, par exemple, l'exploration de l'intestin grêle est difficile et que l'exploration d'une grande partie du système circulatoire reste hors d'atteinte.

Le principe de l'invention proposée consiste à doter le cathéter d'une aptitude à se déformer ou s'orienter de manière active, pour prendre la forme de la
20 cavité explorée, de manière à éviter que la réaction des parois n'intervienne.

A cette fin, le cathéter selon l'invention est composé de segments tubulaires indépendants, à savoir un segment distal et éventuellement pilote et des segments intermédiaires, fixés les uns à la suite des autres dans une enveloppe commune en matériau déformable élastiquement, tandis que, au moins chacun des
25 segments intermédiaires est muni de moyens aptes à le cintrer transversalement dans deux plans de référence formant un dièdre entre eux, par exemple perpendiculaires entre eux, et orthogonaux au plan médian transversal du segment, ces moyens étant reliés à des moyens commandant leur alimentation électrique, afin que, lors de chaque progression du cathéter, les deux angles de cintrage dans les deux plans de
30 référence respectivement de chaque segment intermédiaire prennent les valeurs qu'avait le segment pilote ou intermédiaire qui le précède dans le sens du déplacement du cathéter, lorsqu'il occupait la même position que la sienne par rapport au point d'introduction du cathéter.

Lors de la progression du cathéter dans la cavité, le segment distal et
35 pilote a toujours instantanément des valeurs d'angle de cintrage dans les deux plans

de référence respectivement, qui résultent soit de la commande de l'opérateur, et/ou de la réaction des parois.

Au fur et à mesure de la progression, les moyens commandant l'alimentation électrique de chaque segment alimentent des moyens aptes à être
5 cintrés élastiquement, de manière que ces deux angles de cintrage prennent la même valeur que celle des angles de cintrage du segment qui le précédait lorsqu'il occupait la même position dans la cavité. Grâce à cela, la progression du cathéter s'effectue pratiquement sans appui sur les parois, et pratiquement sans réaction des parois favorisant ou freinant la progression.

10 Dans une forme d'exécution de l'invention, le cathéter comprend des moyens mesurant les valeurs correspondant aux deux angles de cintrage de chacun des segments, des moyens de mémorisation de ces valeurs et des moyens de comparaison comparant, lors de chaque séquence ou pas de pénétration, les valeurs instantanées des angles de cintrage de chaque segment intermédiaire avec les valeurs
15 mémorisées pour le segment précédent, et des moyens régissant le fonctionnement des moyens de commande des moyens de cintrage des segments en fonction des informations communiquées par les moyens de comparaison.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit en référence au dessin schématique annexé représentant, à titre d'exemple,
20 plusieurs formes d'exécution de ce cathéter.

Figure 1 est une vue de côté en élévation montrant une forme d'exécution du cathéter selon l'invention, lorsqu'il est introduit dans une cavité,

Figure 2 est une vue partielle en perspective d'un segment d'un cathéter mettant en évidence les angles de torsion,

25 Figure 3 est une vue partielle de côté en coupe longitudinale montrant une forme d'exécution d'un segment intermédiaire du cathéter,

Figure 4 est une vue en coupe suivant IV-IV de figure 3,

Figure 5 est une vue partielle de côté du cathéter de figure 3, lorsqu'il est cintré dans un plan,

30 Figure 6 est une vue en perspective montrant une autre forme d'exécution des moyens de cintrage d'un segment intermédiaire,

Figure 7 est une vue partielle en coupe longitudinale d'un segment intermédiaire muni des moyens de cintrage de figure 6,

Figure 8 est une vue similaire à la figure 1 présentant schématiquement
35 une forme d'exécution des moyens complémentaires nécessaires à la mise en oeuvre de ce cathéter.

De manière générale, et comme montré à la figure 1, le cathéter selon l'invention est composé d'une enveloppe extérieure 2 en matériau élastiquement déformable, telle qu'en caoutchouc ou élastomère, et de divers segments tubulaires et indépendants, chacun lié à l'enveloppe, à savoir un segment distal et pilote 3 et des
5 segments intermédiaires 4.

Au moins chaque segment intermédiaire 4 est muni de moyens aptes à le cintrer transversalement dans deux plans de référence P1, P2 qui, comme montré à la figure 2, passent par l'axe longitudinal $x'x$ du segment, sont perpendiculaires entre eux et sont orthogonaux à un plan médian transversal P3 du même segment.

10 Dans la forme d'exécution représentée aux figures 3 à 5, ces moyens de cintrage sont constitués, pour chaque segment, par au moins deux, et par exemple quatre, bilames 5, à mémoire de forme, disposés longitudinalement dans le segment, et par exemple, noyés dans une gaine 6 en matière élastiquement déformable, telle qu'en caoutchouc. Dans chaque segment, les bilames sont décalés angulairement de
15 90°, de manière à provoquer le cintrage du segment dans les deux plans P1 et P2 précédemment définis. Chaque bilame est relié par des liaisons électriques appropriées noyées dans la gaine 6, un boîtier de commande extérieur, référencé 7 à la figure 8, commandant leur alimentation. On conçoit aisément que, par effet Joule et/ou Pelletier, il soit possible de cintrer sélectivement chacun des bilames en
20 fonction des besoins de courbure du segment, par exemple, pour donner au segment 4 la forme représentée à la figure 5.

La combinaison du cintrage des bilames dans les plans P1 et P2 permet de donner au segment correspondant des formes complexes en rapport avec les coudes de la cavité dans laquelle il doit circuler.

25 Dans la forme d'exécution représentée aux figures 6 et 7, les moyens de cintrage de chaque segment 4 sont constitués par deux actionneurs linéaires ultrasoniques, respectivement 10a et 10b, disposés dans le prolongement l'un de l'autre. Chacun de ces actionneurs est composé d'un support tubulaire interne 12 portant, à proximité de chacune de ses extrémités, un anneau piézoélectrique 13 et
30 une électrode d'excitation 14 reliée au support 12. L'intervalle entre les deux anneaux 13 est comblé par un anneau intermédiaire 15 formant cale d'épaisseur et permettant le coulisement radial d'un manchon rigide 16 monté libre en translation sur les anneaux 13. Les anneaux piézoélectriques 13 sont réalisés en céramique ou en matière thermoplastique, tandis que l'anneau 16 et le support tubulaire 12 sont
35 réalisés en métal.

Le manchon 16 est lié ponctuellement, en 17a ou 17b, avec l'enveloppe extérieure déformable 2, tandis que le support tubulaire 12 est lié par son extrémité opposée à celle portant le manchon 16, par exemple en 18a, à la même enveloppe élastique 2.

5 La figure 7 montre bien que les points de fixation 17a et 18a sur l'enveloppe 2 des éléments de l'actionneur linéaire 10a sont décalés de 90° par rapport aux points de fixation 17b, 18b sur la même enveloppe de l'actionneur 10b du même segment 4.

10 Lorsque l'un des anneaux piézoélectriques 13 est mis en vibration par son électrode 14, l'onde de Raleigh se déplace de l'anneau émetteur vers l'autre anneau. La progression de l'onde de surface génère dans le matériau des mouvements elliptiques dont les crêtes de surface se déplacent linéairement et entraîne le manchon rigide 16. Cela modifie la distance entre les points de fixation 17a et 18a ou 17b et 18b, partant déforme le segment 4 considéré.

15 L'enveloppe extérieure 2 est ainsi soumise, dans chaque plan de référence P1 ou P2, à des efforts d'extension ou de contraction qui tendent à la cintrer en lui donnant une forme concave ou convexe dans le plan de référence considéré.

20 Dans une autre forme de réalisation non représentée, les moyens de cintrage sont constitués par des actionneurs linéaires classiques, disposés autour du support tubulaire 12 et dont chacun des deux éléments, respectivement fixe et mobile, est fixé ponctuellement sur l'enveloppe 2 de la même façon que les points d'attache 17a et 18a de la forme d'exécution précédente.

25 Suivant une autre caractéristique de l'invention, chacun des segments distal 3 ou intermédiaire P4 est doté de moyens mesurant les valeurs correspondant aux deux angles de cintrage de chacun des segments, moyens qui, comme montré à la figure 8, peuvent être constitués par des capteurs 20 associés à des boîtiers de mesure 22. Chaque boîtier de mesure envoie ses informations à des moyens de mémorisation 23, eux-mêmes connectés à des moyens de comparaison 24. Les moyens de cintrage 30 sont commandés par un relais 60. Ces divers moyens peuvent, avec le boîtier de commande 7, régissant l'alimentation des moyens 5 de cintrage de chaque segment, et auquel ils sont reliés électriquement, faire partie d'un ensemble de commande comportant un processeur ou tout autre moyen équivalent, disposé notamment à l'extérieur du cathéter. La liaison électrique entre cet ensemble et les différents 35 moyens de mesure, de mémorisation et de comparaison, est assurée par des liaisons

traditionnelles, ou par un circuit multiplexé géré par un processeur indépendant de celui inclus assurant la commande ou pilotage du cathéter.

Enfin, selon les formes d'exécution, l'élément distal 3, muni d'au moins un capteur mesurant ses angles de cintrage peut ne pas comporter de moyens de cintrage, cas dans lequel son rôle est seulement de piloter les segments intermédiaires en fonction de la position qui lui est donnée par réaction de la paroi du conduit, soit au contraire comporter des moyens de cintrage actionnables manuellement par l'opérateur à partir d'une commande indépendante 25, de type mécanique ou électrique, par téléaction ou télécommande.

Avec ce cathéter à déformation pilotée, au fur et à mesure de l'introduction de la tête distale 3 dans une cavité naturelle 30, la valeur des angles de cintrage de l'élément distal 3, est mesurée et mémorisée en prenant en compte la distance x du capteur par rapport à l'orifice d'introduction 31. A chaque séquence de pénétration du cathéter dans la cavité, les moyens de commande 7 alimentent les moyens de cintrage de chaque segment intermédiaire 4, de manière que les valeurs de ses rayons de cintrage correspondent aux valeurs qu'avait le segment qui lui est précédent dans le sens de pénétration, lorsqu'il occupait la même place, c'est-à-dire était à la même distance x par rapport à l'orifice 31. La déformation de chaque segment 4 est contrôlée par les capteurs 20, 22.

Grâce à cette technique, la progression du cathéter dans la cavité est neutre et seule la viscosité des fluides naturels peut s'opposer à la progression de l'instrument, aussi longtemps que son diamètre permet la progression dans la cavité. On notera ici que, selon les moyens de cintrage utilisés pour les segments intermédiaires et éventuellement pour le segment distal, le diamètre extérieur du cathéter sera compris entre 5 et 12 mm.

Ce système de commande, simple, met en oeuvre la transmission de proche en proche et, par exemple, pour chaque progression ou retrait d'un segment par rapport à l'orifice d'introduction, transmet un signal de synchronisation à tous les segments, afin que, à ce signal, chaque segment transmette ses valeurs de torsion au segment le suivant dans le sens du déplacement.

Dans une variante concernant un système plus complet mettant en oeuvre des moyens informatiques, le parcours d'un instrument peut être visualisé sur un écran dans les trois dimensions, ou la trajectoire peut être définie, à priori, à partir d'un atlas anatomique numérisé et d'une personnalisation par imagerie tridimensionnelle.

REVENDICATIONS

1. Cathéter à déformation pilotée, **caractérisé en ce qu'il** est composé de segments tubulaires indépendants, à savoir un segment distal et éventuellement pilote (3) et des segments intermédiaires (4), fixés les uns à la suite des autres dans une enveloppe commune (2), en matériau déformable élastiquement, et en ce que, au moins chacun des segments intermédiaires (4) est muni de moyens (5, 10a) aptes à le cintrer transversalement formant un dièdre entre eux, par exemple dans deux plans de référence (P1; P2) perpendiculaires entre eux et orthogonaux au plan médian transversal (P3) du segment, ces moyens étant reliés à des moyens (7) commandant leur alimentation électrique, afin que, lors de chaque progression du cathéter, les deux angles de cintrage dans les deux plans de référence respectivement de chaque segment intermédiaire (4) prennent les valeurs qu'avait le segment pilote (3) ou intermédiaire (4) qui le précède dans le sens du déplacement du cathéter, lorsqu'il occupait la même position que la sienne par rapport au point d'introduction (31).
2. Cathéter selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le segment distal et pilote (3) est déformable dans les deux plans de référence en réaction aux sollicitations qui lui sont communiquées par la paroi de l'organe.
3. Cathéter selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le segment distal et pilote (3) comporte également des moyens (5, 10a) aptes à le cintrer transversalement dans les deux plans de référence (P1, P2), ces moyens étant reliés à des moyens de commande externe (25), actionnables manuellement ou par téléaction ou télécommande, et indépendants des moyens (7) de commande des segments intermédiaires (4).
4. Cathéter selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens (20) mesurant des valeurs correspondant aux deux angles de cintrage de chacun des segments (3, 4), des moyens (23) de mémorisation de ces valeurs et des moyens (24) comparant, lors de chaque séquence de pénétration, les valeurs instantanées des angles de cintrage de chaque segment intermédiaire (4) avec les valeurs mémorisées pour le segment précédent, et des moyens régissant le fonctionnement des moyens de commande (7) des moyens de cintrage des segments en fonction des informations communiquées par les moyens de comparaison (24).
5. Cathéter selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les valeurs correspondant aux angles de cintrage de chaque segment (3, 4) sont numérisées et transmises aux moyens de commande (7) par un circuit multiplexé géré par un calculateur externe.

6. Cathéter selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le segment distal et pilote (3) comporte également des moyens aptes (5, 10a) à le cintrer transversalement dans les deux plans de référence et l'alimentation électrique de ces moyens, de même que celles des segments intermédiaires, est régie par un
5 processeur, en fonction de la pénétration dans l'organe et par rapport à une cartographie numérisée de cet organe.

7. Cathéter selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moyens de cintrage de chaque segment (3, 4) comprennent au moins deux actionneurs linéaires ultrasoniques (10a, 10b), disposés dans le prolongement
10 l'un de l'autre, et composés chacun d'un support tubulaire (12) portant, à proximité de chacune de ses extrémités, un anneau piézoélectrique (13) et son électrode d'excitation (14), et d'un manchon (16) monté coulissant sur l'anneau piézoélectrique (13), ce manchon (16) étant lié à l'enveloppe externe (2) du cathéter par une zone ponctuelle (17a) qui est alignée, suivant une génératrice du segment, avec la zone de
15 fixation ponctuelle (18a) de l'un des anneaux piézoélectriques (13) sur l'enveloppe externe (2) et qui est décalée angulairement de 90°, dans le plan médian transversal du segment, par rapport aux zones de fixation ponctuelle (17b, 18b) des composants de l'autre actionneur linéaire ultrasonique (10b).

8. Cathéter selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moyens de cintrage de chaque segment (3, 4) comprennent, deux
20 bilames (5) à mémoire de forme, qui, disposés longitudinalement dans une gaine (6) élastiquement déformable constituant le segment tubulaire, sont décalés angulairement de 90° dans le plan médian transversal de ce segment, sont liés à l'enveloppe externe (2) déformable élastiquement, et sont associés à des moyens permettant de modifier
25 leur température.

9. Cathéter selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moyens de cintrage de chaque segment (3, 4) sont constitués par deux actionneurs linéaires dont l'un des éléments fait corps avec le support tubulaire (12)
du segment et dont l'autre élément est lié à l'enveloppe (2), les zones de fixation
30 ponctuelle des éléments d'un actionneur étant décalées de 90° par rapport aux zones de fixation ponctuelle de l'autre actionneur.

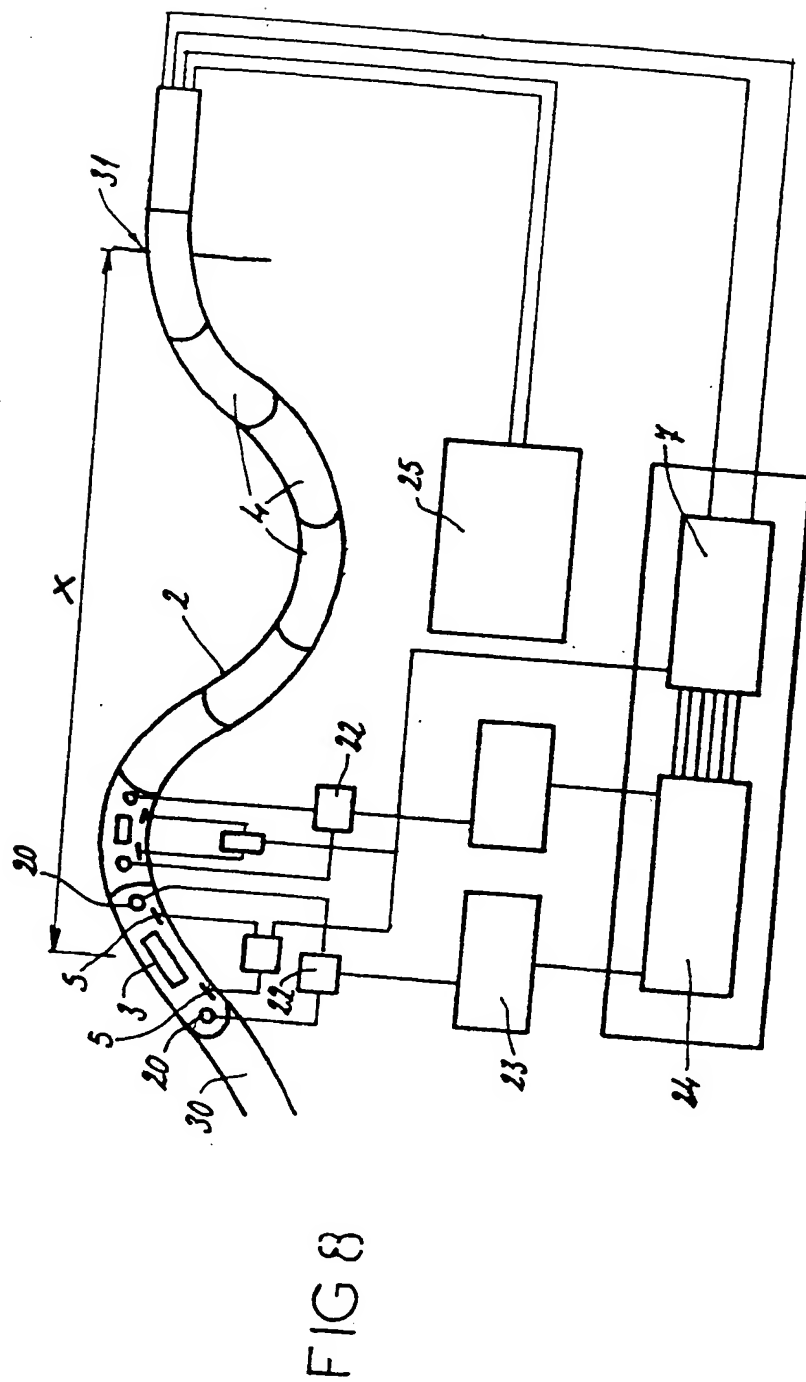
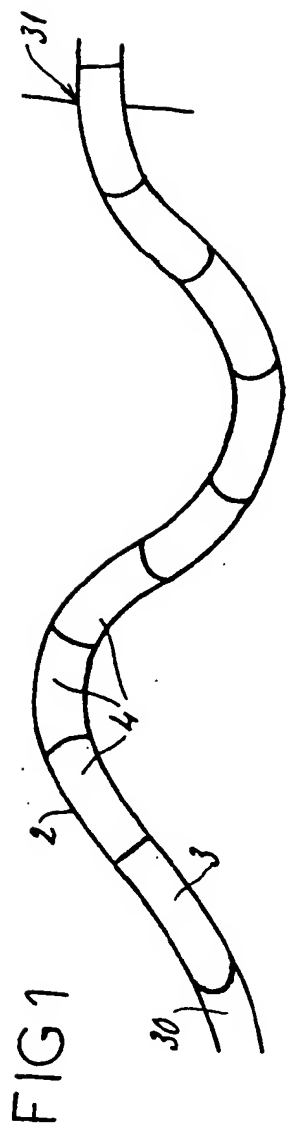


FIG 2

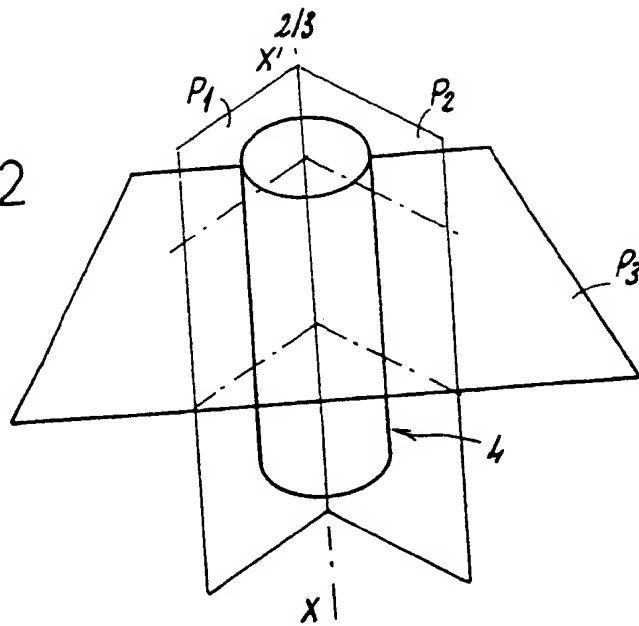


FIG 3

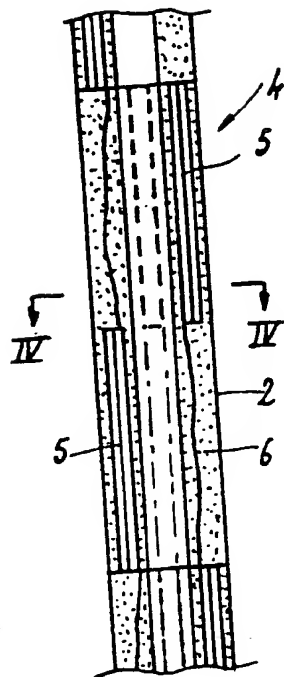


FIG 4

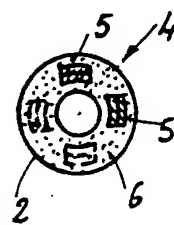


FIG 5

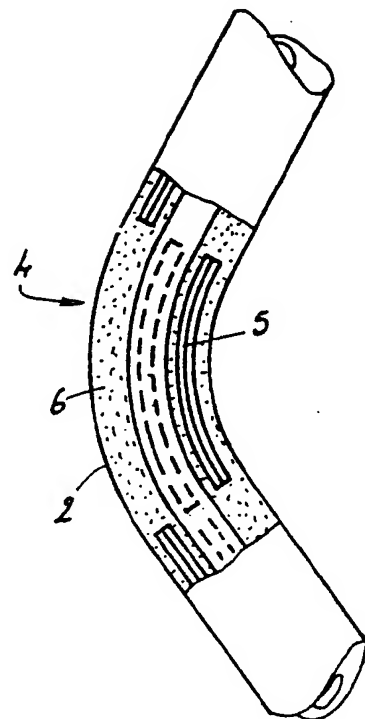


FIG 6

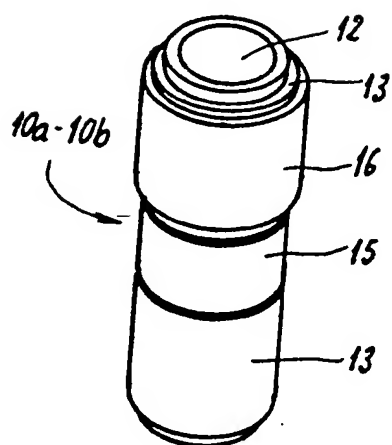
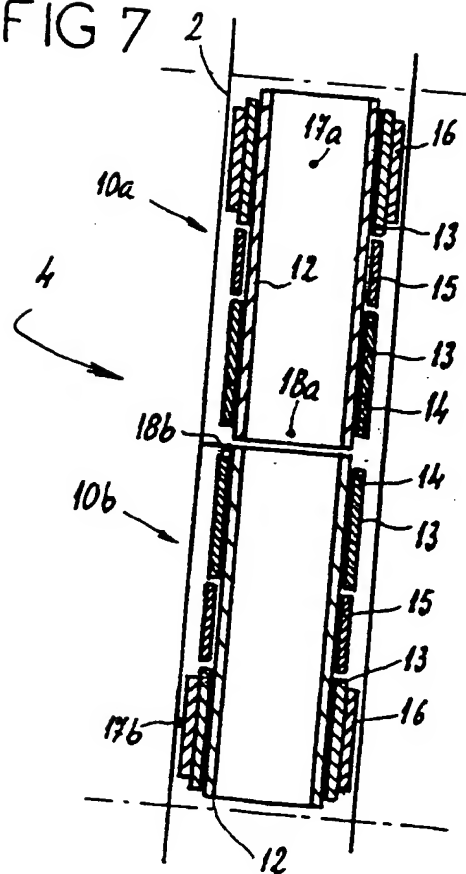


FIG 7



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2732225

N° d'enregistrement
national

FA 512045
FR 9503784

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	US-A-4 930 494 (TAKEHAMA) * colonne 7, ligne 1 - colonne 9, ligne 43; figures *	1-9
Y	WO-A-95 04556 (ACTIVE CONTROL EXPERTS) * page 7, ligne 19 - page 10, ligne 32; figures *	1-9
A	WO-A-94 19051 (LELAND STANFORD) * revendications 1-10; figures *	1,4,5,8, 9
A	WO-A-93 17751 (AAI) * page 18, alinéa 2 - page 27, alinéa 1; figures *	1,3,9
A	DE-A-37 07 787 (GRÜNDEL) * abrégé; figures *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		A61M A61B

1

Date d'achèvement de la recherche

22 Novembre 1995

Examineur

Kousouretas, I

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un
autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication
ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure
à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date
de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)